

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

SERVICE

de la PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

P.V. n° 905.305

Classification internationale :



N° 1.347.008

B 01 j

Perfectionnements aux enceintes étanches pour ultra-vide.

COMPAGNIE GÉNÉRALE DU VIDE (S.O.G.E.V.) résidant en France (Seine).

Demandé le 27 juillet 1962, à 14<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré par arrêté du 18 novembre 1963.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 52 de 1963.)

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

La présente invention concerne des perfectionnements aux enceintes étanches pour ultra-vide, et a trait, plus particulièrement, aux enceintes étanches pour ultra-vide de grandes dimensions et au procédé de leur fabrication.

Les enceintes pour ultra-vide ont de nombreuses applications, notamment pour les dépôts sous ultra-vide, étude de la matière et simulation de l'espace sidéral entre autre. Généralement, ces enceintes sont réalisées avec des parois mécaniquement rigides et épaisses susceptibles de supporter la pression atmosphérique et les variations de température; l'accès de l'enceinte se fait par l'intermédiaire d'une porte à joints étanches et des canalisations appropriées sont prévues pour y créer le vide. Des tôles métalliques sont utilisées pour réaliser les parois de ladite enceinte, elles sont assemblées et soudées ensemble, de manière à assurer l'étanchéité intérieure.

Il a été réalisé des enceintes étanches à double paroi, la pression existante dans l'enceinte intérieure étant beaucoup plus basse que celle dans l'enceinte qui l'entoure, celle-ci étant quand même faible ( $10^{-4}$  mm Hg) pour éviter des contraintes mécaniques à l'enceinte intérieure. Ces réalisations actuelles correspondent aux enceintes de dimensions relativement petites.

Les besoins technologiques actuels demandent des enceintes de volume important. L'enceinte intérieure étant faite en matériau métallique mince, on éprouve la difficulté de réaliser ladite enceinte avec les matériaux disponibles sur le marché. On trouve effectivement des planches de métal assez grandes; toutefois, le travail mécanique est important et la réalisation est difficile. Malgré les grandes dimensions de ces planches il n'est pas possible de réaliser des enceintes en une seule pièce par roulage de la tôle. En outre, pour réaliser une grande enceinte plusieurs planches sont nécessaires d'où pertes de métal importantes. Par contre, on trouve du feuillard

métallique en bande mince polie et d'un seul tenant (sans soudure intermédiaire) dont les qualités conviendraient pour la réalisation d'enceintes pour ultra-vide.

L'objet de la présente invention concerne une enceinte pour ultra-vide, de grandes dimensions, légère, rigide, sans grande inertie thermique, et de réalisation relativement facile.

Une des caractéristiques de la présente invention concerne une enceinte à double paroi, les parois extérieures délimitant une enceinte à vide poussé qui supporte la pression atmosphérique extérieure, les parois intérieures supportant la pression réduite de l'enceinte précitée et délimitant une enceinte pour ultra-vide, cette dernière étant constituée par un feuillard métallique mince enroulé en forme d'hélice dont les bords sont jointifs ou superposés et convenablement soudés, la section de l'ensemble métallique ainsi constituée pouvant être quelconque, ronde, carrée, rectangulaire, etc., ses extrémités étant fermées selon une technique connue, soit d'une manière définitive, soit par une porte munie de joints, ou non, suivant la fuite de gaz tolérée entre les deux enceintes.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la soudure entre les bords du feuillard constituant les spires de l'enroulement en hélice est assurée par tout procédé de soudure approprié, telle que torche « argon-arc », soudure avec apport de métal, soudure électrique par points étanches ou brasage, ladite soudure étant faite sur les lèvres des deux bords du feuillard repliés vers l'intérieur ou l'extérieur de l'enceinte et jointifs ou les deux bords jointifs recouverts par une bande de feuillard et soudés de chaque côté du joint respectivement sur les deux spires adjacentes de l'hélice, ou les deux bords des spires de l'hélice superposés et soudés ensemble, la réalisation de ces soudures donnant une certaine rigidité mécanique à l'enceinte.

Selon une autre caractéristique de l'invention,

pour augmenter la rigidité mécanique de l'enceinte à ultra-vide et la résistance des soudures aux variations importantes de la température, ces dernières sont complétées par des pièces métalliques, d préférence extérieures à l'enceinte pour ultra-vide et recouvrant le pas d l'hélice sus-mentionné, lesdites pièces métalliques pouvant être des tubes métalliques ronds ou aplatis, par exemple, disposés à l'aplomb ou à côté de la soudure de deux spires du feuillard, ce tub étant soudé, soit directement sur le feuillard, de part et d'autre de la soudure du joint, soit sur un ou plusieurs supports métalliques, de forme convenable, lui-même soudé sur le ou les feuillards de l'enceinte, et assurant une continuité de la soudure tout le long de la paroi.

Les dispositions sus-mentionnées assurent à l'enceinte pour ultra-vide, malgré la faible épaisseur de ses parois, une bonne rigidité mécanique lui permettant de supporter sans difficulté la pression existant dans l'enceinte extérieure (l'effet mécanique est très faible entre deux enceintes  $n^{\circ}$   $10^{-6}$  et  $10^{-10}$  mm de Hg.). En outre, étant susceptibles d'être soumises à des variations très importantes de la température, et par conséquent faisant travailler les soudures des joints par contraction ou dilatation du métal, les pièces métalliques supplémentaires donnent une garantie additionnelle de la tenue mécanique de l'enceinte, donc de son étanchéité.

Pour fixer la température à l'intérieur de l'enceinte pour ultra-vide, il importe de prendre des dispositions appropriées.

Selon une autre caractéristique de la présente invention, les tubes métalliques sus-mentionnés, dont le contact avec l'enceinte pour ultra-vide est amélioré par la soudure directe ou par les supports, ce qui favorise la propagation de la chaleur ou du froid, sont utilisés comme canalisations pour le fluide réchauffant ou refroidissant.

Selon une autre caractéristique d'une réalisation particulière de l'invention, l'échauffement de l'enceinte est obtenu par des éléments résistants chauffant, blindés, de préférence, et soudés ou brasés entre le tube précité et la surface de l'enceinte.

L'enceinte pour ultra-vide étant en matériau métallique présente une certaine résistance électrique.

Selon une autre caractéristique d'une variante de réalisation particulière de l'invention, l'échauffement de l'enceinte pour ultra-vide est obtenu par effet « Joule » résultant du passage du courant électrique directement entre des points convenables de ses parois.

Pour mieux faire comprendre les caractéristiques techniques et les avantages de l'invention, on va en décrire quelques exemples de réalisation, étant bien entendu que ceux-ci n'ont aucun caractère

limitatif quant aux modes de mise en œuvre de l'invention ou les applications que l'on peut faire de celle-ci :

La figure 1, est une vue simplifiée en coupe de l'enceinte pour ultra-vide à double paroi;

La figure 2, est une vue permettant d'expliquer le procédé de réalisation de l'enceinte intérieure;

Les figures 3, 4 et 5 concernent divers modes représentés schématiquement de la réalisation des soudures de feuillards adjacents;

Les figures 6 à 10 représentent divers modes sous une forme schématisée des soudures comportant, en plus, des pièces métalliques additionnelles;

La figure 11, est relative à une variante de réalisation des soudures comportant un profilé.

L'ensemble représenté sur la figure 1 comporte une enceinte intérieure pour ultra-vide EUV disposée à l'intérieur d'une enceinte extérieure EE. Cette enceinte EE est réalisée en acier ordinaire ou autre métal et destinée à résister à la pression atmosphérique extérieure; elle comporte une porte d'accès ou deux, PAE, rendues étanches selon la technique courante du vide. Le vide poussé obtenu à l'intérieur de ladite enceinte extérieure, est obtenu au moyen d'un groupe de pompage approprié PVP qui permet d'obtenir des pressions, par exemple, de l'ordre de  $10^{-6}$  mm Hg.

L'enceinte intérieure EUV, réalisée en acier inoxydable ou autre matériau à faible taux de dégazage et à faible inertie thermique, est légère du fait de la faible épaisseur (quelques dixièmes de millimètres) du matériau utilisé. Elle peut être introduite et supportée par quelques galets judicieusement répartis à l'intérieur de l'enceinte extérieure. Des tubes TU, entourent cette enceinte pour ultra-vide, lui donnant une rigidité mécanique supplémentaire lui permettant facilement de supporter la pression intérieure de l'enceinte extérieure. Une ou deux portes d'accès PAI permettent d'atteindre l'intérieur de l'enceinte pour ultra-vide et d'introduire les matériaux à traiter ou à examiner. Un groupe de pompes pour ultra-vide PUV est convenablement raccordé à l'enceinte et permet d'obtenir, à l'intérieur de celle-ci, des pressions de l'ordre de  $10^{-10}$  mm Hg.

Des dispositions sont prises pour assurer le refroidissement ou l'échauffement de l'enceinte EUV, comme il sera décrit par la suite.

On vient de voir que la différence de pression existant entre l'enceinte extérieure et l'enceinte intérieure permet d'utiliser des feuilles métalliques de faible épaisseur. Lorsqu'il s'agit de réaliser une enceinte de grandes dimensions pour ultra-vide par exemple de 1 mètre ou plus de longueur, et d'un diamètre de 600 à 1 000 mm ou plus, il est assez difficile de réaliser cette dernière en partant d'une planche d'acier inoxydable de grandes dimensions, celle-ci ne se laissant que difficilement mettre en

des soudures étant lui-même dif-

La réalisation d'une enceinte p ur ultra-vide selon les principes de la présente invention se trouve représentée sur la figur 2. On utilise, à cette fin, un feuillard d'acier inoxydable de faible épaisseur, et de largeur réduite, 150 à 300 mm par exemple, qui existe en ruban de grande longueur réalisé d'une seule pièce. Ce ruban, en feuillard FE, peut être enroulé sur une forme appropriée carrée, rectangulaire ou ronde, de préférence, suivant le sens de la flèche FL, par exemple autour d'un axe AB. Cet enroulement est exécuté sous forme d'hélice, son pas étant égal à la largeur du feuillard utilisé. Les bords adjacents des spires du feuillard FE sont soudés ensemble suivant S, soit jointivement, soit superposés par tout procédé de soudure approprié et utilisé dans la technique d'ultra-vide, comme il sera précisé ci-dessous.

Le terme de soudure utilisé par la suite dans la description désigne d'une manière générale, la jonction étanche au vide entre deux métaux jointifs ou superposés, indifféremment du procédé utilisé. Les procédés de soudure peuvent être, par exemple, soudure avec apport du métal, brasage, torche « argon-arc », soudure électrique par points étanches ou à la molette, etc. Cette soudure est faite par points superposés, pour garantir l'étanchéité du joint obtenu, en évitant d'avoir sur la largeur de celui-ci deux soudures en série. On évite généralement la détérioration du matériau constituant les parois de l'enceinte par une température trop élevée provoquant l'oxydation du feuillard.

La soudure des bords adjacents des spires successives de l'hélice est réalisée suivant les méthodes représentées schématiquement par les figures 3, 4 et 5. Sur la figure 3 les bords adjacents des feuillards FE sont rabattus vers l'extérieur ou l'intérieur de l'enceinte par tout procédé mécanique approprié, de manière à lui constituer des lèvres L rapprochées, à l'extrémité desquelles est effectuée la soudure S1, par le procédé de la torche à « argon-arc » par exemple, donnant une soudure continue. Sur la figure 4 les deux spires du feuillard FE ont leurs bords rapprochés l'un de l'autre, une bande étroite, en même matériau par exemple, recouvre ces spires, la soudure est faite, de part et d'autre de la jonction des spires voisines, entre le feuillard de la spire et la bande étroite, respectivement en S2 et en S3, cette soudure peut être réalisée par soudure électrique à la molette par points superposés par exemple. Sur la figure 5 les deux spires voisines sont superposées et la soudure est faite sur leur surface mutuelle de recouvrement en S4, par l'un quelconque des procédés précités.

Il est bien évident que les exemples précités, ainsi que ceux donnés par la suite n'ont aucun

caractère limitatif, et ne sont donnés qu'à titre indicatif; d'autres modes de jonctions entre spires voisines peuvent être envisagés, tant qu'ils restent compatibles avec les exigences de la technique du vide.

La technique précédente peut être améliorée par l'utilisation d'un tube, comme il va être décrit succinctement maintenant. Un tube cylindrique ou aplati est utilisé conjointement avec une soudure du type sus-mentionné, et représenté selon divers modes de montage donnés à titre indicatif, sur les figures 6 à 10 inclus. L'emploi de ce tube est destiné à couvrir plusieurs fins : couvre-joint facilitant la soudure, comprise dans le sens général précédemment défini, donc l'étanchéité au vide — assurer la rigidité mécanique de l'ensemble de l'enceinte à ultra-vide —, et servir de canalisation pour la circulation d'un fluide de refroidissement ou de chauffage de ladite enceinte, ce dernier emploi sera précisé au cours d'une description ultérieure.

Sur la figure 6 le tube TU est disposé à l'aplomb du joint de deux spires successives de l'hélice, la soudure étant effectuée par brasure, faisant pénétrer le métal d'apport dans l'espace compris entre les feuillards FE et le tube TU.

Sur la figure 7 les mêmes dispositions sont prises que sur la figure 6, sauf que sur l'un des côtés du tube a été brasé, entre ce tube TU et le feuillard FE, un élément de chauffage blindé TC par exemple.

Sur la figure 8 la soudure S5 entre les spires de l'hélice est exécutée conformément à la figure 5. Le tube TU est soudé en S7 sur une cornière CO convenable et disposée à l'aplomb de la soudure S5, le pied de la cornière CO étant soudé en S6 sur l'un des deux feuillards des spires voisines.

Sur la figure 9 les deux spires voisines de l'hélice sont superposées et recouvertes par le pied de la cornière CO, la soudure S8 étant réalisée simultanément sur ces trois éléments superposés. Le tube TU soudé en S9 à la cornière CO se trouve déporté sur le côté du joint entre les deux spires.

Sur la figure 10 est représenté le dispositif préférentiel du mode de réalisation de la soudure. Les spires successives de l'hélice sont soudées en S10 à la torche « argon-arc ». Les deux cornières continues ou non CO ont leurs pieds respectifs soudés en S11 et S12 sur les deux feuillards des spires de l'hélice; le tube TU se trouvant entre les deux cornières précitées et s'appuyant sur les feuillards à l'aplomb de la soudure S10 est soudé aux cornières en S13 et S14, par brasure.

Il est possible de remplacer la canalisation sus-mentionnée en tube cylindrique ou aplati par le dispositif représenté sur la figure 11.

Les deux spires successives du feuillard ont un recouvrement plus important et présentent ainsi une épaisseur double de la paroi de l'enceinte, vis-à-vis de la face interne d'un profilé PR. Deux

cordons de soudure S15 et S16 sont réalisés, soit les deux continus, soit l'un continu et l'autre discontinu, l'un continu étant dans ce cas du côté haut vide, à savoir S15. Ensuite un profilé en forme PR est soudé en S17 et S18 d'une façon continue, en créant ainsi un canal étanché au vide, susceptible de résister à la pression d'un fluide chauffant ou refroidissant circulant dans ledit canal, lorsque les enceintes sont sous vide.

Le procédé de fabrication, objet de la présente invention, présente des avantages certains. Du fait d'utilisation des éléments mécaniques additionnels, tels que tube ou profilé, la rigidité mécanique de l'enceinte pour ultra-vide est très fortement accrue, ce qui permet d'utiliser du feuillard en bande de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur. Cette bande de feuillard, facile à travailler et à manipuler, se trouve disponible sur le marché; elle présente des qualités physiques uniformes. Par ailleurs, l'enceinte obtenue par l'enroulement en hélice avec les joints entre les spires successives réalisés conformément à l'invention, présente une surface interne polie et propre.

Un autre avantage du procédé de fabrication, objet de l'invention, permettant d'utiliser la bande d'innox mince ressort de la faible inertie thermique du feuillard mince, ce qui est mis à profit pour le refroidissement et l'échauffement de l'enceinte pour ultra-vide. Notamment dans le cas de la figure 10, lorsque le tube TU est utilisé comme canalisation pour un fluide réfrigérant ou réchauffant, on obtient une très bonne conductivité thermique non seulement au point de contact du tube sur la paroi de l'enceinte, mais également aux points de soudure S11 et S12 des cornières.

Le chauffage de l'enceinte pour ultra-vide est réalisé par l'intermédiaire des tubes soudés sur celle-ci et utilisés en tant que canalisation d'un fluide convenable, tel que air, gaz ou liquide chaud. Inversement, ces mêmes tubes peuvent être utilisés pour le refroidissement de l'enceinte en faisant circuler des fluides refroidissants, tels que ceux qui viennent d'être cités, ou de l'azote liquide ou de l'hélium liquide, par exemple, dans les tubes TU. L'extrême refroidissement possible permet de transformer la paroi de l'enceinte ultra-vide en cryo-pompe.

On a également la possibilité d'échauffer par courant électrique. Il est possible, par exemple, d'adjoindre un élément chauffant blindé, comme il a été décrit précédemment au sujet de la figure 7. L'enceinte à ultra-vide étant métallique, il est également possible d'utiliser l'effet « Joule », pour la réchauffer en faisant parcourir par un courant électrique ses parois à partir des points convenablement choisis.

Les avantages mentionnés, ci-dessus, et les facilités offertes par le procédé de fabrication de la

présente invention permettent de réaliser des enceintes pour ultra-vide de grandes dimensions, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas de simulation de l'espace sidéral par exemple.

#### RÉSUMÉ

Perfectionnements aux enceintes pour ultra-vide (système Marcel Aupoix) applicables plus particulièrement aux enceintes pour ultra-vide de grandes dimensions, et caractérisés par les points suivants pris séparément ou en toutes combinaisons :

1° Enceinte à double paroi, dont les parois extérieures délimitant une enceinte à vide poussé qui supporte la pression atmosphérique extérieure, les parois intérieures supportant la pression réduite de l'enceinte précitée, et délimitant une enceinte pour ultra-vide, cette dernière étant constituée en feuillard métallique mince enroulé en forme d'hélice dont les bords sont jointifs ou superposés et soudés par tous moyens appropriés, la section de l'ensemble métallique ainsi constituée pouvant être quelconque, ronde, carrée, rectangulaire, etc., ses extrémités étant fermées selon la technique connue, soit d'une manière définitive, soit par une porte munie de joints, ou non, suivant la fuite de gaz tolérée entre les deux enceintes;

2° La soudure entre les bords du feuillard constituant les spires de l'enroulement en hélice est assurée par tout procédé de soudure approprié, telle que torche « argon-arc », soudure avec apport de métal, soudure électrique par points étanches ou brasage; ladite soudure étant faite sur les lèvres des deux bords du feuillard repliés vers l'intérieur de l'enceinte et jointifs ou les deux bords jointifs recouverts par une bande de feuillard, et soudés de chaque côté du joint respectivement sur les deux spires adjacentes de l'hélice, ou les deux bords des spires de l'hélice superposés et soudés ensemble, la réalisation de ces soudures donnant une certaine rigidité mécanique à l'enceinte;

3° Pour augmenter la rigidité mécanique de l'enceinte à ultra-vide et augmenter la résistance des soudures aux variations importantes de la température, ces dernières sont complétées par des pièces métalliques, de préférence extérieures à l'enceinte pour ultra-vide et recouvrant le pas de l'hélice susmentionné, lesdites pièces métalliques pouvant être des tubes métalliques ronds ou aplatis, par exemple, disposés à l'aplomb ou à côté de la soudure de deux spires du feuillard, ce tube étant soudé, soit directement sur le feuillard, de part et d'autre de la soudure du joint, soit sur un ou plusieurs supports métalliques, de forme convenable, lui-même soudé sur le ou les feuillards de l'enceinte et assurant une continuité de la soudure tout le long de la paroi;

4° Les tubes métalliques sus-mentionnés, dont le contact avec l'enceinte pour ultra-vide est amélioré

par la soudure directe ou par les supports, ce qui favorise la propagation de la chaleur ou du froid sont utilisés comme canalisations par le fluide refroidissant ou réchauffant;

5° L'échauffement de l'enceinte est obtenu par des éléments résistants chauffants blindés, de préférence,

et soudés ou brasés entre le tube précité et la surface de l'enceinte;

6° L'échauffement de l'enceinte pour ultra-vide est obtenu par effet « Joule » résultant du passage d'un courant électrique directement appliqué aux points convenables de ses parois.

COMPAGNIE GÉNÉRALE DU VIDE (S.O.G.E.V.),  
rue du faubourg-Saint-Honoré, 186. Paris (VIII<sup>e</sup>)



